

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-326419

(43)Date of publication of application : 25.11.1994

-----  
(51)Int.Cl. H01S 3/18  
H01S 3/25

-----  
(21)Application number : 06-073633 (71)Applicant : XEROX CORP

(22)Date of filing : 12.04.1994 (72)Inventor : PAOLI THOMAS L

-----  
(30)Priority  
Priority number : 93 49898  
Priority date : 20.04.1993  
Priority country : US

-----  
(54) MONOLITHIC SEMICONDUCTOR LIGHT EMISSION ARRAY

(57)Abstract:

PURPOSE: To reduce the thermal, electrical and optical crosstalk of a monolithic array of a semiconductor laser slightly separated but independently addressable by using separating regions.

CONSTITUTION: The separating regions are segmented by the ribs 40a, 40b loaded with waveguides formed on a planar active multilayer waveguides by the mesa formed

between adjacent laser elements 12a, 12b to be etched away. Next, even metal contact 58 is added to a substrate while separated metallic contacts 50a, 50b are added to respective ribs 40a, 40b to provide the laser elements 12a, 12b with individual addressability. In such a constitution, a selectively added insulating layer 46 is added to the structure so as to provide it with improved electrical and/or thermal separation (insulation).

-----  
LEGAL STATUS [Date of request for examination] 12.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 17.06.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

**JPO and INPIT are not responsible for any**

**damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] While being on said 1st front face of the semi-conductor substrate which is a monolithic semi-conductor luminescence array and has the 1st and 2nd front faces and by which dope processing was carried out, and said substrate The 1st semi-conductor restricted layer which said substrate is a multilayer-structure object which has the 3rd front face of an opposite hand, and has the same electric conduction form as said substrate, While intervening between said 1st and 2nd semi-conductor restricted layers further including the 2nd semi-conductor restricted layer which has a reverse electric conduction form Said multilayer-structure object containing the active semi-conductor layer for generating the light which has a band gap smaller than said 1st and 2nd restricted layers, The optical waveguide of two or more longitudinal directions

formed into at least one layer of said multilayer-structure object, Said address electrode with which it is two or more address electrodes on said 3rd front face, and each corresponds with one of said the optical waveguides, Two isolation regions for being among [ of said optical waveguides ] two, and separating said two optical waveguides electrically, The monolithic semi-conductor luminescence array equipped with each of said address electrode, and said common electrode which has two incomes so that it may be a common electrode on the 2nd [ of said substrate / said ] front face and flow of a current may be made possible through the optical waveguide corresponding to each of said address electrode.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention has the electrical and electric equipment and a cross talk with little heat (crosstalk) -- it is small -- it is related with the manufacture of the semiconductor laser array in which the address is possible independently and the design with which it \*\*\*\*\* (ed).

[0002]

[Description of the Prior Art] it is small -- the \*\*\*\*\* (ed) monolithic array (array) of the semiconductor laser in which the address is possible independently is the important source of optics of equipments, such as for example, an optical disk recorder, a laser beam printer, and an optic fiber communication system. In the

case of such a laser array, generally, whether a laser component is made and to be filled up densely (pack) are wished. on the other hand, it is small -- in the case of the \*\*\*\*\* (ed) laser component, it is electrically difficult connection and to carry out a heat sink (cooling). furthermore, it is small -- the \*\*\*\*\* (ed) laser component tends to interact electrically, optically, and/or thermally, and draws the cross talk which is not desirable.

[0003] therefore, semiconductor laser -- being small -- the design and manufacturing technology which can decrease the cross talk in the \*\*\*\*\* (ed) array (dense) are needed. It is useful that those designs and manufacturing technologies can apply to the laser array which emits light on all wavelength and which has the component to which light is emitted on wavelength shorter than especially about 750nm.

[0004]

[Means for Solving the Problem and its Function] this invention is slight by using an isolation region -- few \*\*\*\*\* (ed) thermal, electric, and optical cross talks of the monolithic array of semiconductor laser in which the address is possible independently can be offered. This invention follows like 1 voice and an isolation region separates the laser component which is formed in a planar (flat surface)

active multilayer waveguide on the street of the etched mesa (trapezoid) and which is demarcated with the rib loaded with waveguide. The laser component in the 2nd example is demarcated like the laser component of the 1st example, and although it dissociates, a depletion (obstruction) layer is added around a mesa selectively. The laser component in the 3rd example is demarcated like the laser component of the 2nd example, and although it dissociates, an additional contact (contact) layer is formed on the top field where the depletion-layer top and the mesa were exposed.

[0005] An isolation region is formed by changing the planar active multilayer between \*\*\*\*\* laser components. The general approach of forming an isolation region includes ion-implantation and the mixing method between the active multilayer layers which used disordering of a layer. The top front face of the structure obtained as a result is beneficially flattened electric and by filling up with a thermal insulator in the surroundings of a laser component, and an isolation region top. While separate electric contact is formed on a laser component, connection of a common return is made by the electric contact on the substrate of a laser array (contact). The die length of a laser component is actually chosen for a long time than about 300 micrometers, and a strain is given

in order that an active layer may decrease a laser threshold current.

[0006] While this invention is on said 1st front face of the semi-conductor substrate which is a monolithic semi-conductor luminescence array and has the 1st and 2nd front faces and by which dope processing was carried out, and said substrate The 1st semi-conductor restricted layer which said substrate is a multilayer-structure object which has the 3rd front face of an opposite hand, and has the same electric conduction form as said substrate, While intervening between said 1st and 2nd semi-conductor restricted layers further including the 2nd semi-conductor restricted layer which has a reverse electric conduction form Said multilayer-structure object containing the active semi-conductor layer for generating the light which has a band gap smaller than said 1st and 2nd restricted layers, The optical waveguide of two or more longitudinal directions formed into at least one layer of said multilayer-structure object, Said address electrode with which it is two or more address electrodes on said 3rd front face, and each corresponds with one of said the optical waveguides, Two isolation regions for being among [ of said optical waveguides ] two, and separating said two optical waveguides electrically, It is a common electrode on the 2nd [ of said substrate / said ] front face, and it has each of said address electrode, and said



common electrode which has two incomes so that flow of a current may be made possible through the optical waveguide corresponding to each of said address electrode.

[0007]

[Example] Drawing 1 shows the sectional view of the semiconductor laser array 10 of the 1st example according to this invention. The laser array 10 has the two semiconductor laser components 12a and 12b in which the address is possible independently. The substrate 20 with which the laser array 10 deposits n-GaAs epitaxial upwards, the buffer coat 22 which consists of n-GaAs, and n-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P from -- with the becoming transition layer 24 aluminum<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P from -- as active (dope processing is not carried out preferably) as the becoming cladding layer 26 -- with waveguide multilayer 28 p-aluminum<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P from -- with the becoming partial top cladding layer 30 p-GaAs (p-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P) from -- with the becoming ultra-thin etching halt layer 32 p-aluminum<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P from -- the becoming partial top cladding layer 34 and p-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P from -- the becoming transition layer 36 and the cap (lid) layer 38 which consists of p<sup>+</sup>GaAs are included.

[0008] In order to control the natural order of an atomic plane during growth of a

layer, since beneficially different orientation (misorient) is made about a direction (100), a substrate 20 grows up the layer which has the greatest energy band gap for the structure of a layer. A buffer coat 22 has the thickness within the limits of 0.2 to 0.5 micrometers, and a transition layer 24 has the thickness within the limits of 0.1 to 0.3 micrometers. Have the thickness within the limits of 0.5 to 1 micrometer, and, as for a cladding layer 26, a cladding layer 30 has the thickness within the limits of 0.2 to 0.4 micrometers. The etching halt layer 32 has the thickness within the limits of 10 to 50nm, a cladding layer 34 has the thickness within the limits of 0.1 to 0.8 micrometers, a transition layer 36 has the thickness within the limits of 0.1 to 0.5 micrometers, and the cap layer 38 has the thickness within the limits of 20 to 100nm.

[0009] active -- waveguide multilayer 28 Ga In<sub>1-y</sub> P separated by the barrier layer of 0.5(Alo.6Ga0.4) In0.5P or -- (Al<sub>x</sub> Ga 1-x) y In<sub>1-y</sub> P It consists of two or more quantum (refer to following) well hetero structures of the becoming active well (well) layer. from -- (Alo.6Ga0.4) It is inserted between the carrier restricted layers of an upside and the bottom which consist of 0.5In0.5P.

[0010] furthermore, active -- the thickness 2 divided by a 30nm barrier layer and N-1 piece from the thickness 10 by which waveguide multilayer 28 is

sandwiched between 200nm carrier restricted layers from thickness 100 to 20nm active quantum -- a well -- it has a layer and N individual. As for N, it is desirable that it is for one to five pieces, and it is chosen so that the change by threshold current density and temperature may be minimized. an example --  $0.5(\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4})\text{In}_{0.5}\text{P}$  from -- the active quantum well of two 8nm thickness it is thin from  $\text{Ga}_{0.4}\text{In}_{0.6}\text{P}$  ( $y=0.4$ ) divided by the barrier layer with a thin thickness of 12nm -- having -- the whole  $(\text{Al}_{0.6}\text{Ga}_{0.4})$  It is inserted between restricted layers with a thickness of 140nm it is thin from  $0.5\text{In}_{0.5}\text{P}$ . In this case,  $y=0.4$  is chosen in order to generate a compression strain quantum well.

[0011] The laser components 12a and 12b are demarcated with Ribs 40a and 40b, respectively. The rib is formed by etching and removing layers 34, 36, and 38 until it reaches the etching halt layer 32. An isolation region 44 (subsequently to a detail, explained further) is among laser components. an insulating layer 46 -- for example, polyimide or  $\text{Si}_3\text{N}_4$  etc. -- it consists of electrical insulation materials, and the remaining part of the structure except the crowning of Ribs 40a and 40b is covered, and it is formed. And next, the separate contacts (contact) 50a and 50b cover a rib top, and are formed.

[0012] The ribs 40a and 40b of the laser array 10 have spacing of a core to the

core within the limits of 10 to 100 micrometers while width of face is 2 micrometers to 4 micrometers. An isolation region 44 has width of face wider than 2 micrometers. The maximum width of Ribs 40a and 40b is influenced by demand that laser radiation is maintained by fundamental space mode over the output power range of operation.

[0013] In order to generate the laser array 10, the structure of the uniform epitaxial layer which consists of a constituent 22 (buffer coat) thru/or 38 (cap layer) is manufactured on a substrate 20. Opening of a formation schedule of an isolation region 44 is etched until it penetrates layers 38, 36, and 34 and results in the etching halt layer 32. Next, an isolation region 44 is formed in the interior of opening of an ion implantation or diffusion. By forming an isolation region 44 through opening, an isolation region can obtain the depth (refer to following) for which it asks. During an ion implantation or diffusion, the front face where others were exposed is protected with the impregnation mask or the diffusion mask. After forming an isolation region 44, while the front face of an isolation region 44 is protected with the etching mask, Ribs 40a and 40b are etched further, and are demarcated. The same rib and the same isolation region are generable with other procedures.

[0014] It adheres to an insulating layer 46 on the whole structure after formation of an isolation region and a rib. Next, the mask part on a rib is removed so that electric contact may be added to a rib. Next, while a substrate adheres to the uniform metal (metal) contact 58, each rib is provided with the separate metal contacts 50a and 50b, and each addressability of a laser component is offered.

An array 10 is mass-produced beneficially and cut in the bar (rod) of a laser array at a semi-conductor wafer top. The facet (field) of a front face and a tooth back is covered (coat), and a bar is divided to each array which consists of two laser. Next, each laser array is packed with the substrate attached in mounting 62 (mounting), and a wire (not shown) is further attached in the electric contact with which each was exposed.

[0015] The laser components 12a and 12b are estranged so that an independent control may be substantially made possible for the power which a focus is put together easily and emitted by (2) each component on (1) image plane. The 2nd factor shows that the cross talk between the components in the laser array 10 is minimum-ized. The description which is useful to decreasing a cross talk Between setting up spacing of a core to the core between components so that it may become the maximum permitted according to the image formation optical

system used in order to form and operate a radiation laser beam, and a \*\*\*\*\*  
 laser component The isolation region width of face 44 which increases optical,  
 electric, and thermal separation (insulation) so that those engine performance  
 (performance) may not be affected substantially is chosen, the electric path  
 between laser components (pass) is closed (block) -- so that it may carry out The  
 active layer 28 is penetrated and the depth of an isolation region 44 is extended  
 into the 1st cladding layer 26, A quantum well active layer is grown up so that  
 laser radiation may be performed on the longest wavelength permitted with the  
 light-receiving object (for example, photo conductor) used, A quantum well  
 active layer is grown up under a compressive strain so that the minimum  
 threshold consistency may be attained, In order to minimum-ize an energy band  
 gap, the natural order of an atomic plane is controlled during growth of a layer,  
 Coating (coating) very often reflected in at least 1 facet (field) of a laser cavity  
 (cavity) is applied, It includes manufacturing a laser cavity so that it may become  
 longer than 300 micrometers, and minimum-izing the heat dependency of a  
 raising (laser oscillation) threshold consistency as be alike.

[0016] By forming many quantum wells in [ of one ] active waveguide, the  
 temperature sensitivity of a threshold current can be decreased further.

[0017] The laser array 10 which obtains cross talks fewer than 4% consists of laser components with a die length of 500 micrometers which detaches about 25 micrometers and can open spacing. An isolation region with a width of face of 10 micrometers is located at the 25-micrometer core. A laser component emits about 680nm light from the front facet with which the half-wave length was covered. A tooth-back facet is covered so that about 95% of incident light may be reflected. The active layer 28 is Ga<sub>0.4</sub>In<sub>0.6</sub>P \*\*\*\*\* (ed) in compression. It has two quantum wells.

[0018] A high resistivity (specific resistance) field is a proton or oxygen ion so that it may be common knowledge III-V. It is formed by pouring in into a semiconductor material. Such a pouring-in method is used during manufacture of an isolation region 44. The impregnation field in laser 10 penetrates the active layer 28 at least, and extends. Next, when the laser array 100 of drawing 2 is referred to, as for an isolation region 144, it is desirable to penetrate a cladding layer 26 thoroughly and to extend. (It was mentioned above like) Reaching by penetrating and pouring in layers 38, 36, and 34 can form the isolation region which extends even in the depth which will probably be difficult by pouring in through opening so that layers 38, 36, and 34 may be penetrated.

[0019] Furthermore, drawing 2 is referred to. Since non-conductive is high as for the impregnation field 144, an impregnation field controls the carrier diffusion in active waveguide multilayer 28, and the current flow in the partial cladding layer 30 (flow). When spacing of the center to center of the laser components 12a and 12b is larger than about 20 micrometers, in order that the raising optical field may ensure being formed only with the load (loading) of the mesa to the active waveguide road layer 28 top, the impregnation field 144 can be chosen so that it may become narrow substantially rather than spacing of the center to center of the laser component. The optical absorption of the impregnation field 144 blocks non-raising light emitted by each laser component towards the next component (inhibition). This removes the cross talk of a direct light. When spacing between components is narrower than 20 micrometers, the impregnation field 144 blocks not only carrier diffusion but leakage (leak age) of the raising field from one component to the component of another side. The electric insulation between raising components increases as an impregnation field becomes deep.

[0020] According to this invention, other laser arrays 200 are shown in drawing 3 . The laser array 200 includes the isolation region 244 formed of layer mixing by which diffusion induction was carried out. Mixing accompanied by a part of



layer 32, 30, and 28 and layer 26 forms the medium composition field which has a bigger band gap than layers 32 and 28. Although other techniques including deposition or impregnation of the source of other atomic species naturally exist in order to complete a mixed process, the example shown in drawing 3 is made by diffusing an impurity atom through opening in the diffusion mask to which it adhered on the front face of a wafer from the deposited source layer. A diffusion mask may be an etching mask used in order to carry out opening of the aperture into layers 38 and 36 and 34. The diffusion through opening raises the repeatability of an isolation region 244 substantially as compared with diffusion through layers 36, 38, and 34. After an isolation region 244 is formed, Ribs 40a and 40b are demarcated by etching, while the mask of the front face of an isolation region 244 is carried out. It adheres to an insulating layer 46 on the whole structure after shaping of an isolation region and a rib. As explained in relation to drawing 1, there is the following process further.

[0021] the etching halt layer 32 of drawing 3 -- GaInP it is -- a case -- a suitable diffusion technique -- here -- reference -- incorporating -- having -- an United States patent -- they are things as are indicated by No. 4,824,798, and silicon is diffused from the thick (rich) source layer of P. Moreover, when the etching halt

layer 32 is GaAs, a suitable diffusion technique is diffusing silicon from the thick source layer of As (seeing United States patent No. 4,824,798). The description of the laser array 200 is that a GaAs layer is certainly kept thinner than about 10nm since it is thoroughly mixed with a layer 30 while a GaAs etching halt layer presses down formation of a defect during mixing.

[0022] Since the mixed isolation region 244 offers electric and optical separation (insulation) between adjacent laser components, it can control a cross talk. the mixed isolation region 244 has the active band gap of the isolation region -- since it is larger than the band gap of waveguide multilayer 28, the carrier diffusion in active waveguide multilayer 28 is controlled. the current flow between the \*\*\*\*\* laser components in the partial cladding layer 30 has active impregnation all over an isolation region 244 -- since it has ON state voltage higher than the impregnation to waveguide multilayer 28, it is controlled.

[0023] When spacing of a core to the core of the laser components 12a and 12b is larger than about 20 micrometers, in order to ensure that the raising optical field is formed only with the load of the mesa on active waveguide multilayer 28, the mixed isolation region 244 is chosen so that it may become narrow substantially rather than spacing of laser components. When spacing between

components is narrower than 20 micrometers, the mixed isolation region 244 separates a \*\*\*\*\* component optically by preventing leakage of the raising field between components.

[0024] According to this invention, another laser array 300 is shown in drawing 4 .

although the laser array 300 is similar with the laser arrays 10 and 100 -- GaAs, AlGaAs, or  $\text{Ga}_{0.5}\text{In}_{0.5}\text{p}$  etc. -- the depletion layer 346 (refer to United States patent No. 4,792,958) which consists of an n type semiconductor is included.

The laser array 300 is formed by 1st growing up epitaxial layers 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, and 38 on a substrate 20. Next, layers 38, 36, and 34 are penetrated, and opening is etched until it results in the etching halt layer 32.

Moreover, opening is useful to formation of an isolation region 44. After an isolation region 44 is formed, Ribs 40a and 40b are demarcated by etching, and an etching mask is also arranged on the front face of an isolation region 44. A depletion layer 346 grows selectively in the condition that an etching mask is still in a predetermined location, on the etching halt layer 32 exposed to rib 40a and 40b list. An etching mask prevents the crowning of a rib, and the epitaxial growth on an isolation region. Therefore, epitaxial growth is produced into the exposed part of layers 32, 34, 36, and 38.

[0025] An etching mask is removed from the crowning of a rib after growth of a depletion layer 346. While the metal contact (contact) 58 is formed on a substrate 20, using photolithography (optical chemical engraving) lift-off (removing) processing, it adheres to the separate metal contacts 354a and 354b on the crowning of a rib, and a depletion layer 346, and they give each addressability of each laser component. Photolithography lift-off processing includes adhering a lift-off mask to the top front face of a wafer. It leaves only the metal contacts 354a and 354b, and a lift-off (removing) mask is removed.

[0026] The last assembly of a laser array contains the step which separates a wafer to a bar, the step which covers the laser facet (field) of a front face and a tooth back, the step which divides a bar into each array which consists of two laser, the step which packs each array with the substrate attached in mounting 62 (mounting), and the step which attaches a wire in electric contact.

[0027] The isolation region 44 of drawing 4 can be formed by either an ion implantation and layer mixing. in order that a suitable technique may form p-n junction by the depletion layer 346 in layer mixing -- for example, (it rubs from n form kind stated previously -- carry out), Zn etc. -- it includes diffusing the doping

agent (dopant) of p form. When forward bias of the laser active layer is carried out, the reverse bias of the junction formed by the interface of the layer 32 of this junction and p form and a depletion layer 346 is carried out. This passes a current effectively through Ribs 40a and 40b. However, when a part of diffusion field of silicon is made non-conductive before a depletion layer 346 carries out superfluous growth, an isolation region 44 can be formed with the impurity of n form of silicon etc. an isolation region 44 -- an ion implantation -- or when formed of mixing of neutrality, an electron is not sent in all over an isolation region 44 from a depletion layer 346 for high resistivity, but a current is similarly passed through a rib.

[0028] When a depletion layer 346 makes optical constraint in laser mode increase, since laser 300 enables actuation in single space mode by the power output higher than the laser array 10 ( drawing 1 ), it is advantageous. Other advantages of the laser array 300 are that a depletion layer 346 carries out structural protection of a rib. However, since laser 300 needs an additional epitaxial growth step and much more additional etching step, manufacture complicates it further.

[0029] Drawing 5 shows the laser array 400 according to this invention. The

laser array 400 is dramatically similar to the laser array 300 ( drawing 4 ) except the contact layer 440 which consists of layers (refer to United States patent No. 4,792,958) of p form where the laser array 400 consists of GaAs being included. The laser array 400 is made by growing up epitaxial layers 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 36, and 38 on a substrate 20 first. Next, an isolation region 44 is formed and Ribs 40a and 40b are demarcated by etching. Next, the depletion layer 346 of n form grows (to the laser array 300 and this appearance). In the condition that a depletion layer 346 is in a predetermined location, a mask is removed from the crowning of Ribs 40a and 40b, and the contact layer 440 grows uniformly on both ribs. Next, the metal contact 58 is formed on a substrate, and in order to add the metal contacts 454a and 454b, phot (discussed previously) lithography lift-off processing is used. Next, the laser array 400 is packed by the approach mentioned above.

[0030] Especially the laser array 400 is advantageous at two reasons. Ribs 40a and 40b are first protected [ 1st ] under a semiconductor material. The 2nd contact 454a and 454b and the contact field where it increased between semi-conductor layers with the bottom offer contact resistance fewer than contact of resemblance in the laser array discussed previously. However, the

laser array 400 needs 3 times of epitaxial growth.

[0031] Two this inventions are also applicable to the monolithic laser array which has many laser components. For example, drawing 6 shows the laser array 500 equipped with four raising components shown as laser components 512a, 512b, 512c, and 512d. The structure of those laser components of the laser array 500 and isolation region 544a thru/or 544c is substantially [ as the structure where the laser array 10 ( drawing 1 ) corresponds ] the same.

[0032] the problems accompanying the laser array which consists of more laser components than two are few in each contact -- although provided for the \*\*\*\*\* (ed) laser component, on the other hand, it is avoiding an electric and thermal cross talk. Separation of the electrical connection of a laser component is difficult for especially the thing attained with an internal laser component since other laser components are intersected. there are more laser arrays 500 than two -- it is small -- one technique for attaining few cross talks between components equipped with the \*\*\*\*\* (ed) laser component is incorporated.

[0033] In the laser array 500, after manufacture of Ribs 540a, 540b, 540c, and 540d, an insulating layer 546 is formed on the whole structure at isolation regions 544a, 544b, and 544c and a list so that an abbreviation planar front face

may be formed. By etching this planar front face into homogeneity, opening of the contact aperture is carried out on Ribs 540a, 540b, and 540c and 540d. After opening of a contact aperture, although most etching masks used in order to etch Ribs 540a, 540b, 540c, and 540d are removed, not all are necessarily removed so that it may be mentioned later. Some etching masks remain in the position which is useful to forming the special contact pattern which makes the independent address of a laser component possible. Or this partial clearance of an etching mask may be made before formation of an insulating layer 546.

[0034] The special contact pattern 550 is shown by the slash of drawing 7 . The etching mask which is not removed after etching of a rib and which was explained previously hits the crossover fields 562 and 564. Next, a lift-off mask is arranged on an insulating layer 546 and rib 540a thru/or 540d. Next, the electric contact pattern 550 is on a lift-off mask. It is formed by carrying out metallizing (it metalizing) of the Cr-Au duplex film. And a lift-off layer leaves the metallic (metal) layer shown with a slash, and is clearance \*\*\*\*.

[0035] The metallizing pattern produced as a result includes four laser contacts 580a, 580b, 580c, and 580d to the laser components 512a, 512b, 512c, and 512d, respectively. The laser contacts 580a, 580b, 580c, and 580d have the



bonding (junction) pads 582a, 582b, 582c, and 582d of a response for installation of an external wire. A bonding pad may be arranged on an insulating layer 546, or may be arranged on the non-etched field of layers 38, 36, and 34, and or an impact is carried out with a proton, it is covered with an insulating layer and it insulates a bonding pad from a semi-conductor layer with the bottom electrically. The outside bonding pads 582a and 582d are connected with the branching contacts 580a and 580d, respectively. The inside bonding pads 582b and 582c are connected with Contacts 580b and 580c through the metal connection bridges 592 and 594, respectively.

[0036] The connection bridges 592 and 594 are applied on the crossover fields 562 and 564. Therefore, a connection bridge is insulated from the laser components 512a and 512d with a residual etching mask.

[0037] The metal contact 58 is formed on a substrate after forming Contacts 580a and 580d. The wafer with which the structure was formed upwards is separated in the bar of a laser array. Next, the facet of a front face and a tooth back is covered, a bar is divided to each array 500 of the laser which consists of four laser components, and it is packed with the substrate with which each laser array is attached in mounting 62. Eventually, it is attached in the bonding pads

582a, 582b, 582c, and 582d with which the wire was exposed.

[0038]

[Effect of the Invention] this invention is slight by using an isolation region -- the  
\*\*\*\*\* (ed) thermal, electric, and optical cross talk of the monolithic array of  
semiconductor laser in which the address is possible independently is  
decreased.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

### [Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The sectional view of the semiconductor laser array which has two laser components of the 1st example.

[Drawing 2] The sectional view of the semi-conductor array of drawing 1 which has the leaver section which penetrates an active multilayer and extends.

[Drawing 3] The sectional view of the semi-conductor array of drawing 1 which has the leaver section formed of diffusion (diffusion).

[Drawing 4] The sectional view of the semiconductor laser array which has two laser components of the 2nd example.

[Drawing 5] The sectional view of the semiconductor laser array which has two laser components of the 3rd example.

[Drawing 6] The sectional view of the semiconductor laser array which has four laser components of the 4th example.

[Drawing 7] It is the top view of the laser array of drawing 4 , and while contacting four laser components independently especially, the geometry (configuration) of

the metal contact for carrying out the address of the four laser components of the

example of drawing 6 is shown.

[Description of Notations]

12a Laser component

12b Laser component

20 Substrate

40a Rib

40b Rib

44 Isolation Region

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-326419

(43) 公開日 平成6年(1994)11月25日

| (51) Int.Cl. <sup>5</sup> | 識別記号 | 庁内整理番号  | F I           | 技術表示箇所 |
|---------------------------|------|---------|---------------|--------|
| H 0 1 S 3/18<br>3/25      |      | 8934-4M | H 0 1 S 3/ 23 | S      |

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-73633

(22) 出願日 平成6年(1994)4月12日

(31) 優先権主張番号 08/049898

(32) 優先日 1993年4月20日

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000798

ゼロックス コーポレーション

XEROX CORPORATION

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14644

ロチェスター ゼロックス スクエア

(番地なし)

(72) 発明者 トマス エル. パオリ

アメリカ合衆国 カリフォルニア州

94022 ロス アルトス サイプレス ド

ライヴ 420

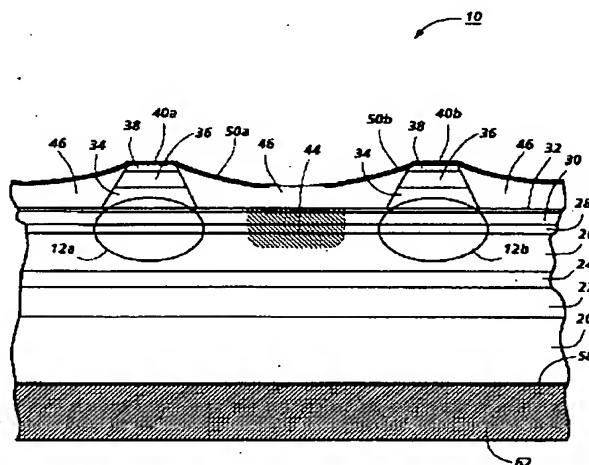
(74) 代理人 弁理士 中島 淳 (外2名)

(54) 【発明の名称】 モノリシック半導体発光アレイ

(57) 【要約】

【目的】 分離領域を用いることによって、わずかなだけ離間された、独立したアドレス可能な半導体レーザのモノリシックアレイの熱的、電氣的、及び光学的なクロストークを減少する。

【構成】 分離領域は、隣合うレーザ素子12a、12bの間に形成され、そしてエッチングされたメサによってプレーナアクティブ多層導波路上に作られる導波路を装填したリブ40a、40bによって画定される。次に、均一な金属(メタル)コンタクト58が基板に加えられると共に、分割された金属コンタクト50a及び50bがそれぞれのリブに加えられ、レーザ素子の個々のアドレス可能性を提供する。選択的に追加される絶縁層46が構造体に加えられ、向上された電氣的及び/又は熱的な分離(絶縁)を提供する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 モノリシック半導体発光アレイであって、  
第1及び第2の表面を有するドーパ処理された半導体基板と、  
前記基板の前記第1表面上にあると共に、前記基板とは反対側の第3表面を有する多層構造体であって、前記基板と同じ導電性を有する第1の半導体拘束層と、反対の導電性を有する第2の半導体拘束層と、を含み、更に、  
前記第1及び第2の半導体拘束層間に介在すると共に、  
前記第1及び第2の拘束層よりも小さなバンドギャップを有する光を生成するためのアクティブ半導体層を含む、前記多層構造体と、  
前記多層構造体の少なくとも1つの層中に形成された複数の横方向の光導波路と、  
前記第3表面上の複数のアドレス電極であって、各々が前記光導波路の1つと対応される前記アドレス電極と、  
前記光導波路の内の2つの間にあり、前記2つの光導波路を電気的に分離するための2つの分離領域と、  
前記基板の前記第2の表面上の共通電極であって、前記アドレス電極の各々に対応される光導波路を介して電流の流れを可能にするように、前記アドレス電極の各々と共働する前記共通電極と、  
を備えるモノリシック半導体発光アレイ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、電気及び熱の少ないクロストーク（漏話）を有するわずかな離間された、独立してアドレス可能な半導体レーザアレイの製造及び設計に関する。

## 【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】 わずかな離間された、独立してアドレス可能な半導体レーザのモノリシックアレイ（配列）は、例えば、光学ディスクレコーダ、レーザプリンタ及び、光ファイバ通信システム等の装置の重要な光学源である。このようなレーザアレイの場合、レーザ素子を出来るかぎり密に充填（パック）することが一般的に所望される。一方、わずかな離間されたレーザ素子の場合、電気的に接続及びヒートシンク（冷却）することは困難である。更に、わずかな離間されたレーザ素子は、電気的、光学的及び／又は熱的に相互作用する傾向があり、望ましくないクロストークを導く。

【0003】 従って、半導体レーザのわずかな離間された（密な）アレイ中のクロストークを減少できる設計及び製造技術が必要とされている。それらの設計及び製造技術が、あらゆる波長で光を放射する、特に約750nmよりも短い波長で光を放射する素子を有するレーザアレイに適用できることは有益である。

## 【0004】

【課題を解決するための手段と作用】 本発明は、分離領域を用いることによって、わずかな離間された、独立してアドレス可能な半導体レーザのモノリシックアレイの、熱的、電気的、及び、光学的な少ないクロストークを提供できる。本発明の一態様に従って、分離領域は、エッチングされたメサ（台形）によってプレーナ（平面）アクティブ多層導波路上に形成される、導波路を装填したリブによって画定される、レーザ素子を分離する。第2実施例におけるレーザ素子は、第1実施例のレーザ素子と同様に画定されて、分離されるが、空乏（障壁）層がメサの周辺に選択的に加えられる。第3実施例におけるレーザ素子は、第2実施例のレーザ素子と同様に画定され、分離されるが、追加のコンタクト（接触）層が空乏層上及びメサの露出された頂部領域上に形成される。

【0005】 分離領域は、隣合うレーザ素子の間のプレーナアクティブ多層を変更することによって形成される。分離領域を形成する一般的な方法は、イオン注入法及び、層の無秩序化を用いたアクティブ多層の層間の混合を含む。その結果得られる構造体の頂部表面は、レーザ素子の回り及び分離領域上を電気的及び熱的絶縁体で充填することによって有益に平面化される。別々の電気コンタクトがレーザ素子上に形成されると共に、共通帰線の接続がレーザアレイの基板上の電気コンタクト（接点）によってなされる。実際に、レーザ素子の長さが、約300μmよりも長く選択され、アクティブ層はレーザしきい値電流を減少させるためにひずみが与えられる。

【0006】 本発明は、モノリシック半導体発光アレイであって、第1及び第2の表面を有するドーパ処理された半導体基板と、前記基板の前記第1表面上にあると共に、前記基板とは反対側の第3表面を有する多層構造体であって、前記基板と同じ導電性を有する第1の半導体拘束層と、反対の導電性を有する第2の半導体拘束層と、を含み、更に、前記第1及び第2の半導体拘束層間に介在すると共に、前記第1及び第2の拘束層よりも小さなバンドギャップを有する光を生成するためのアクティブ半導体層を含む、前記多層構造体と、前記多層構造体の少なくとも1つの層中に形成された複数の横方向の光導波路と、前記第3表面上の複数のアドレス電極であって、各々が前記光導波路の1つと対応される前記アドレス電極と、前記光導波路の内の2つの間にあり、前記2つの光導波路を電気的に分離するための2つの分離領域と、前記基板の前記第2の表面上の共通電極であって、前記アドレス電極の各々に対応される光導波路を介して電流の流れを可能にするように、前記アドレス電極の各々と共働する前記共通電極と、を備える。

## 【0007】

【実施例】 図1は、本発明に従い、第1実施例の半導体レーザアレイ10の断面図を示す。レーザアレイ10

は、2つの独立してアドレス可能な半導体レーザ素子12aと12bを有する。レーザアレイ10は、上にn-GaAsをエピタキシャルに堆積される基板20と、n-GaAsからなる緩衝層22と、n-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなる遷移層24と、Al<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなるクラッド層26と、(好ましくはドーパ処理されていない) アクティブ導波路多層28と、p-Al<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなる部分的な頂部クラッド層30と、p-GaAs(p-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>P)からなる極薄エッチング停止層32と、p-Al<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなる部分的な頂部クラッド層34と、p-Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなる遷移層36と、p-GaAsからなるキャップ(蓋)層38と、を含む。

【0008】層の成長中に原子面の自然な秩序を抑制するために、基板20は(100)方向に関して、有益に異なった配向(misorient)がなされるので層の構造によって、最大のエネルギーバンドギャップを有する層を成長させる。緩衝層22は0.2から0.5μmの範囲内の厚みを有し、遷移層24は0.1から0.3μmの範囲内の厚みを有し、クラッド層26は0.5から1μmの範囲内の厚みを有し、クラッド層30は0.2から0.4μmの範囲内の厚みを有し、エッチング停止層32は10から50nmの範囲内の厚みを有し、クラッド層34は0.1から0.8μmの範囲内の厚みを有し、遷移層36は0.1から0.5μmの範囲内の厚みを有し、キャップ層38は20から100nmの範囲内の厚みを有する。

【0009】アクティブ導波路多層28は、(Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pのバリア層によって分離されるGa<sub>y</sub>In<sub>1-y</sub>P又は(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>y</sub>In<sub>1-y</sub>Pからなるアクティブウェル(井戸)層の複数の(下記参照)量子ウェルヘテロ構造から構成されて、(Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなる上側と下側のキャリア拘束層の間に挟まれる。

【0010】更にアクティブ導波路多層28は、厚み100から200nmのキャリア拘束層の間に挟まれる厚み10から30nmのバリア層、N-1個によって分割される厚み2から20nmのアクティブ量子ウェル層、N個を有する。Nは、1から5個の間であるのが好ましく、しきい値電流密度、及び温度によるその変化を最小化するように選択される。実施例では、(Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなる厚み12nmのバリア層によって分割されるGa<sub>0.4</sub>In<sub>0.6</sub>p(y=0.4)からなる2個の厚み8nmのアクティブ量子ウェルを有し、全体は(Al<sub>0.6</sub>Ga<sub>0.4</sub>)<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Pからなる厚み140nmの拘束層の間に挟まれる。この場合、y=0.4は、圧縮的なひずみ量子ウェルを生成するために選択される。

【0011】レーザ素子12aと12bは、それぞれリブ40aと40bによって画定される。そのリブは、エッチング停止層32に達するまで、層34、36及び38をエッチングして取り除くことによって形成される。レーザ素子同士の間には、分離領域44(次いで、更に

詳細に説明される)がある。絶縁層46は、例えば、ポリイミド又はSi<sub>3</sub>N<sub>4</sub>等の電気絶縁材料から構成され、リブ40a及び40bの頂部を除く、構造体の残りの部分を覆って形成される。そして、次に、別々のコンタクト(接点)50a及び50bがリブ上を覆って形成される。

【0012】レーザアレイ10のリブ40a及び40bは、幅が2μmから4μmであると共に、10から100μmの範囲内の中心から中心の間隔を有する。分離領域44は幅が2μmよりも広い。リブ40a及び40bの最大幅は、レーザ放射が動作出力電力範囲にわたって基本的な空間モードに維持されるという要求によって影響される。

【0013】レーザアレイ10を生成するために、構成成分22(緩衝層)乃至38(キャップ層)から構成される均一なエピタキシャル層の構造体が、基板20上に製造される。分離領域44を形成予定の開口部は、層38、36及び34を貫通してエッチング停止層32に至るまでエッチングされる。次に、分離領域44は、例えばイオン注入、又は拡散等によって開口部の内部に形成される。開口部を介して分離領域44を形成することによって、分離領域は、所望される深さ(以下参照)を得ることができる。イオン注入、又は拡散中には、他の露出された表面は、注入マスク、又は拡散マスクで保護されている。分離領域44を形成後、リブ40a及び40bは、分離領域44の表面がエッチングマスクで保護されている間に、更にエッチングして画定される。他の手順でも、同様のリブ及び分離領域を生成可能である。

【0014】分離領域とリブの形成後、絶縁層46が全体の構造体上に付着される。次に、リブの上のマスク部分は、電気コンタクトがリブに付加されるように除去される。次に、均一な金属(メタル)コンタクト58が基板に付着されると共に、別個の金属コンタクト50a及び50bがそれぞれのリブに提供され、レーザ素子の個々のアドレス可能性を提供する。アレイ10は、半導体ウェハ上に有益に大量生産されて、レーザアレイのバー(棒)へ切断される。前面及び背面のファセット(面)は、被覆(コート)され、そしてバーは、2つのレーザよりなる個々のアレイへ分割される。次に、各レーザアレイは、マウント62に取り付けられる基板と共にパッケージ(実装)され、更に、ワイヤ(図示されていない)が、個々の露出された電気コンタクトに取り付けられる。

【0015】レーザ素子12a及び12bは、(1)画像平面上に容易に焦点が合わされ、(2)各素子によって放射される電力を独立制御を実質的に可能にするように離間される。第2ファクタは、レーザアレイ10中の素子同士の間のクロストークが最少化されることを示す。クロストークを減少させるのに役立つ特徴は、放射レーザビームを形成し、操作するために用いられる画像

形成光学系によって許容される最大値になるように素子同士の間の中心から中心の間隔を設定することと、隣合うレーザ素子の間に、実質的にそれらの性能（パフォーマンス）に影響を与えないように光学的、電氣的、及び熱的な分離（絶縁）を増大させる分離領域幅44を選択することと、レーザ素子同士の間の電気経路（パス）を塞ぐ（ブロック）するように、分離領域44の深さを、アクティブ層28を貫通して、第1のクラッド層26中へ延出することと、使用される受光体（例えば感光体）で許容される最長波長でレーザ放射を行うように量子ウェルアクティブ層を成長させることと、最低しきい値密度を達成するように圧縮ひずみ下で量子ウェルアクティブ層を成長させることと、エネルギーバンドギャップを最少化するために層の成長中に原子面の自然な秩序を抑制することと、レーザキャビティ（空洞）の少なくとも1ファセット（面）に非常によく反射する被覆剤（コーティング）を塗布することと、レーザキャビティを、300 $\mu\text{m}$ よりも長くなるように製造することと、によってレイジング（レーザ発振）しきい値密度の熱依存性を最少化することと、を含む。

【0016】アクティブ導波路中に1つよりも多い量子ウェルを形成することによって、しきい値電流の温度感度を更に減少させることができる。

【0017】4%よりも少ないクロストークを得るレーザアレイ10は、約25 $\mu\text{m}$ 離して間隔をあけられる長さ500 $\mu\text{m}$ のレーザ素子から構成される。幅10 $\mu\text{m}$ の分離領域は、その25 $\mu\text{m}$ の中心に位置される。レーザ素子は、約680nmの光を半波長の被覆された前面ファセットから放射する。背面ファセットは、入射光の約95%を反射するように被覆される。アクティブ層28は、圧縮的にひずまされるGa<sub>0.4</sub>In<sub>0.6</sub>Pの2つの量子ウェルを有する。

【0018】周知であるように、高い抵抗率（比抵抗）領域は、陽子又は、酸素イオンをIII-V半導体材料中に注入することによって形成される。このような注入法は、分離領域44の製造中に用いられる。レーザ10中の注入領域は、少なくともアクティブ層28を貫通して延出する。次に、図2のレーザアレイ100を参照すると、分離領域144はクラッド層26を完全に貫通して延出することが好ましい。（上述されたように）層38、36、34を貫通するように、開口部を介して注入することによって、層38、36、34を貫通して注入することによって到達することは難しいであろう深さにまで延出する分離領域を形成可能である。

【0019】更に、図2を参照する。注入領域144は、非導電性が高いので、注入領域は、アクティブ導波路多層28中のキャリア拡散と、部分クラッド層30中の電流フロー（流れ）を抑制する。レーザ素子12aと12bの中心間隔が約20 $\mu\text{m}$ よりも大きい場合、レイジング光学フィールドが、アクティブ導波路層28

の上へのメサの負荷（ローディング）によってのみ形成されることを確実にするために、注入領域144は、そのレーザ素子の中心間隔よりも実質的に狭くなるように選択されることができる。注入領域144の光吸収は、隣の素子に向けて各レーザ素子によって放射される非レイジング光をブロック（阻止）する。これによって、直接的な光のクロストークを除去する。素子同士の間の間隔が20 $\mu\text{m}$ よりも狭い場合は、注入領域144は、キャリア拡散だけでなく、一方の素子から他方の素子へのレイジングフィールドの漏洩（リークエッジ）をブロックする。注入領域が深くなるにつれ、レイジング素子同士の間の電氣的絶縁は高まる。

【0020】本発明に従って、他のレーザアレイ200を図3に示す。レーザアレイ200は、拡散誘導された層混合によって形成される分離領域244を含む。層32、30、28及び層26の一部分を伴う混合は、層32及び28よりも大きなバンドギャップを有する中間合成領域を形成する。混合プロセスを完成するために、他の原子種のソースの堆積又は注入を含む他の技術も、当然、存在するが、図3に示されている実施例は、堆積されたソース層からウェハの表面上に付着された拡散マスク中の開口部を介して不純物原子を拡散することによって作られる。拡散マスクは、層38、36、及び34中に窓を開くために用いられるエッチングマスクであってもよい。開口部を介する拡散は、層36、38、及び34を介する拡散と比較すると、分離領域244の再現性を実質的に向上させる。分離領域244が形成された後、リブ40a及び40bは、分離領域244の表面がマスクされている間に、エッチングすることによって画定される。分離領域及びリブの成形後、絶縁層46が、全体の構造体上に付着される。図1に関連して説明されたように、更に次のプロセスがある。

【0021】図3のエッチング停止層32がGaInPである場合、好適な拡散技術は、ここに参照によって組み込まれる米国特許第4,824,798号に開示されているように、Pの濃厚（リッチ）ソース層からシリコンを拡散することである。又、エッチング停止層32がGaAsである場合、好適な拡散技術は、Asの濃厚ソース層からシリコンを拡散（米国特許第4,824,798号を参照）することである。レーザアレイ200の特徴は、GaAsエッチング停止層が、混合中に、欠陥の形成をおさえると共に、確実に、GaAs層が層30と完全に混合されるために、約10nmよりも薄く保たれることである。

【0022】混合分離領域244は、隣り合うレーザ素子の間に電氣的、及び光学的な分離（絶縁）を提供するので、クロストークを抑制できる。混合分離領域244は、その分離領域のバンドギャップがアクティブ導波路多層28のバンドギャップよりも広いので、アクティブ導波路多層28中のキャリア拡散を抑制する。部分クラ



ッド層30中の隣合うレーザ素子の間の電流フローは、分離領域244中への注入がアクティブ導波路多層28への注入よりも高いオン電圧を有するので抑制される。

【0023】レーザ素子12aと12bの中心から中心の間隔が約20 $\mu$ mよりも大きい場合、レイジング光学フィールドがアクティブ導波路多層28上のメサの負荷によってのみ形成されることを確実にするために、混合分離領域244は、レーザ素子同士の間隔よりも実質的に狭くなるように選択される。素子同士の間隔が20 $\mu$ mよりも狭い場合、混合分離領域244は、素子同士の間のレイジングフィールドの漏洩を防ぐことによって、隣合う素子を光学的に分離する。

【0024】図4に、本発明に従って、別のレーザアレイ300を示す。レーザアレイ300は、レーザアレイ10及び100と類似しているが、例えば、GaAs、AlGaAs又は、Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>p等のn形半導体よりなる空乏層346（米国特許第4、792、958号参照）を含む。レーザアレイ300は、第1にエピタキシャル層22、24、26、28、30、32、34、36、及び38を基板20上に成長させることによって形成される。次に、開口部が、層38、36、及び34を貫通して、エッチング停止層32に至るまでエッチングされる。また、開口部は、分離領域44の形成に役立つ。分離領域44が形成された後、リブ40a及び40bがエッチングによって画定され、エッチングマスクも分離領域44の表面上に配される。エッチングマスクが未だ、所定位置にある状態で、空乏層346は、リブ40a及び40b並びに露出されたエッチング停止層32上に選択的に成長される。エッチングマスクは、リブの頂部及び分離領域の上のエピタキシャル成長を防止する。従って、エピタキシャル成長は、層32、34、36、及び38の露出部分に生じる。

【0025】空乏層346の成長後、エッチングマスクは、リブの頂部から除去される。金属コンタクト（接点）58が基板20上に形成されると共に、ホトリトグラフィック（光蝕刻）リフトオフ（取り除き）処理を用いて、別々の金属コンタクト354a及び354bが、リブの頂部及び空乏層346上に付着され、各レーザ素子の個々のアドレス可能性を付与する。ホトリトグラフィックリフトオフ処理は、リフトオフマスクをウェハの頂部表面に付着することを含む。金属コンタクト354a及び354bだけを残して、リフトオフ（取り除き）マスクは除去される。

【0026】レーザアレイの最終の組み立ては、ウェハをバーに切り離すステップと、前面及び背面のレーザファセット（面）を被覆するステップと、バーを2つのレーザからなる個々のアレイに分割するステップと、マウント62に取り付けられる基板と共に各アレイをパッケージ（実装）するステップと、ワイヤを電気コンタクトに取り付けるステップと、を含む。

【0027】図4の分離領域44は、イオン注入及び層混合のいずれかによって形成されることができる。層混合の場合、好適な技術は空乏層346でp-n接合を形成するために、（先に論述されたn形種よりもむしろ、）例えばZn等のp形のドーピングエージェント（ドーパント）を拡散することを含む。レーザアクティブ層が順バイアスされる時、この接合及びp形の層32と空乏層346の界面で形成される接合は逆バイアスされる。このことは、リブ40a及び40bを介して電流を効果的に流す。しかしながら、空乏層346が過剰成長する前に、シリコンの拡散領域の一部分が非導電性にされる場合、分離領域44は、例えばシリコン等のn形の不純物で形成されることができる。分離領域44がイオン注入によって又は、中性類の混合によって形成される場合、電子は高い抵抗率のために空乏層346から分離領域44中へ送り込まれず、電流もリブを介して同様に流される。

【0028】レーザ300は、空乏層346がレーザモードの光学的拘束を増加させることによって、レーザアレイ10（図1）よりも高い電力出力で単一空間モード中の動作を可能にするので有利である。レーザアレイ300の他の利点は、空乏層346がリブの構造的な保護をすることである。しかしながら、レーザ300は、追加のエピタキシャル成長ステップ及び一層のエッチングステップを必要とするので、製造が更に複雑化する。

【0029】図5は、本発明に従ってレーザアレイ400を示す。レーザアレイ400は、レーザアレイ400がGaAsからなるp形の層（米国特許第4、792、958号参照）から構成されるコンタクト層440を含むこと以外は、レーザアレイ300（図4）に非常に類似する。レーザアレイ400は、初めにエピタキシャル層22、24、26、28、30、32、34、36、及び38を基板20上に成長させることによって作られる。次に、分離領域44が形成され、そしてリブ40a及び40bがエッチングによって画定される。次に、（レーザアレイ300と同様に）n形の空乏層346が成長される。空乏層346が所定位置にある状態でマスクはリブ40a及び40bの頂部から除去され、そして、コンタクト層440が両方のリブ上に一様に成長される。次に、金属コンタクト58は基板上に形成され、そして金属コンタクト454a及び454bを付加するために（先に論じられた）ホトリトグラフィックリフトオフ処理が用いられる。次に、レーザアレイ400は、上述された方法でパッケージされる。

【0030】レーザアレイ400は、2つの理由で特に有利である。まず第1に、リブ40a及び40bは、半導体材料の下で保護される。第2に、コンタクト454a及び454bと、その下側にある半導体層の間の増大されたコンタクト領域は、先に論じられたレーザアレイ中の類似のコンタクトよりも少ない接点抵抗を提供す

る。しかしながら、レーザアレイ400は、3回のエピタキシャル成長を必要とする。

【0031】本発明は、2つよりも多いレーザ素子を有するモノリシックレーザアレイに適用可能でもある。例えば、図6は、レーザ素子512a、512b、512c、及び512dとして示される4つのレイジング素子を備えるレーザアレイ500を示す。レーザアレイ500のそれらのレーザ素子、及び分離領域544a乃至544cの構造は、レーザアレイ10（図1）の対応する構造と実質的に同一である。

【0032】2つよりも多いレーザ素子からなるレーザアレイに伴う問題は、個々のコンタクトをわずかにだけ離間されたレーザ素子に提供するが、一方では電氣的及び熱的なクロストークを回避することである。分離はレーザ素子の電気接続部が、他のレーザ素子と交差するので、内部のレーザ素子で達成することは特に困難である。レーザアレイ500は、2つよりも多いわずかにだけ離間されたレーザ素子を備える素子同士の間の少ないクロストークを達成するための1技術を組み込む。

【0033】レーザアレイ500において、分離領域544a、544b、及び544c、並びにリブ540a、540b、540c、及び540dの製造後、絶縁層546は、略プレーナ表面が形成されるように全体の構造体上に形成される。このプレーナ表面を均一にエッチングすることによって、コンタクト窓が、リブ540a、540b、540c、及び540d上に開口される。コンタクト窓の開口後、リブ540a、540b、540c、及び540dをエッチングするために用いられたエッチングマスクの大部分が除去されるが、後述されるように、全てが除去されるとは限らない。エッチングマスクの一部分は、レーザ素子の独立アドレスを可能にする特別なコンタクトパターンを形成するのに役立つ所定の位置に残る。或いは、エッチングマスクのこの部分的な除去は、絶縁層546の形成前になされてもよい。

【0034】特別なコンタクトパターン550は、図7の斜線で示されている。リブのエッチング後に除去されない先に説明されたエッチングマスクは、クロスオーバー領域562及び564にあたる。次に、リフトオフマスクは、絶縁層546及びリブ540a乃至540dの上に配される。次に、電気コンタクトパターン550は、リフトオフマスクの上にCr-Au二重膜をメタライズ（金属処理）することによって形成される。そして、リフトオフ層は斜線で示されるメタリック（金属）層を残して、除去さる。

【0035】その結果生じるメタライズパターンは、レーザ素子512a、512b、512c、及び512dに対して、4つのレーザコンタクト580a、580b、580c、及び580dをそれぞれ含む。レーザコンタクト580a、580b、580c、及び580d

は、外部ワイヤの取り付けのために対応のボンディング（接合）パッド582a、582b、582c、及び582dを有する。ボンディングパッドは、絶縁層546上に配されてもよいし、又は、層38、36、及び34の未エッチング領域上に配されてもよく、陽子で衝撃される又は絶縁層で被覆され、ボンディングパッドを下側にある半導体層から電氣的に絶縁する。外側のボンディングパッド582a及び582dは、分岐コンタクト580a及び580dと、それぞれ接続する。内側のボンディングパッド582b及び582cは、金属接続ブリッジ592及び594を介してコンタクト580b及び580cと、それぞれ接続する。

【0036】接続ブリッジ592及び594は、クロスオーバー領域562及び564の上にかかる。従って、接続ブリッジは、レーザ素子512a及び512dから残留エッチングマスクによって、絶縁される。

【0037】コンタクト580a及び580dを形成後、金属コンタクト58が基板上に形成される。構造体が上に形成されたウェハは、レーザアレイのバーへ切り離される。次に、前面及び背面のファセットは、被覆され、バーは、4つのレーザ素子からなるレーザの個々のアレイ500へ分割され、そして、各レーザアレイがマウント62に取り付けられる基板と共にパッケージされる。最終的に、ワイヤが露出されたボンディングパッド582a、582b、582c、及び582dへ取り付けられる。

【0038】

【発明の効果】本発明は、分離領域を用いることによって、わずかにだけ離間された、独立してアドレス可能な半導体レーザのモノリシックアレイの、熱的、電氣的、及び光学的なクロストークを減少する。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の2つのレーザ素子を有する半導体レーザアレイの断面図。

【図2】アクティブ多層を貫通して延出する分離部分を有する図1の半導体アレイの断面図。

【図3】拡散（ディフュージョン）によって形成された分離部分を有する図1の半導体アレイの断面図。

【図4】第2実施例の2つのレーザ素子を有する半導体レーザアレイの断面図。

【図5】第3実施例の2つのレーザ素子を有する半導体レーザアレイの断面図。

【図6】第4実施例の4つのレーザ素子を有する半導体レーザアレイの断面図。

【図7】図4のレーザアレイの平面図であり、特に4つのレーザ素子と独立して接触すると共に、図6の実施例の4つのレーザ素子をアドレスするための金属コンタクトのジオメトリー（形状）を示す。

【符号の説明】

12a レーザ素子

(7)

特開平6-326419

11

12

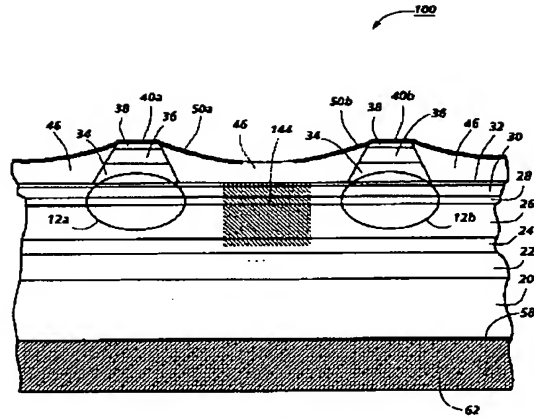
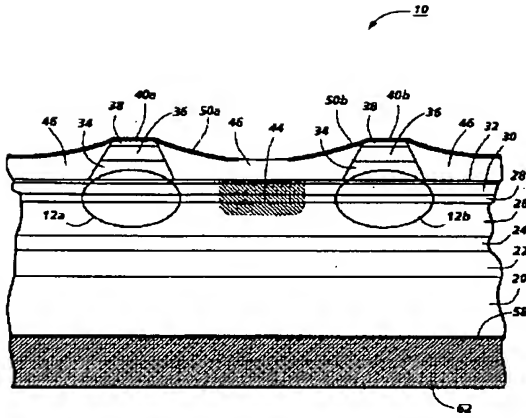
12b レーザ素子  
20 基板  
40a リブ

\* 40b リブ  
44 分離領域

\*

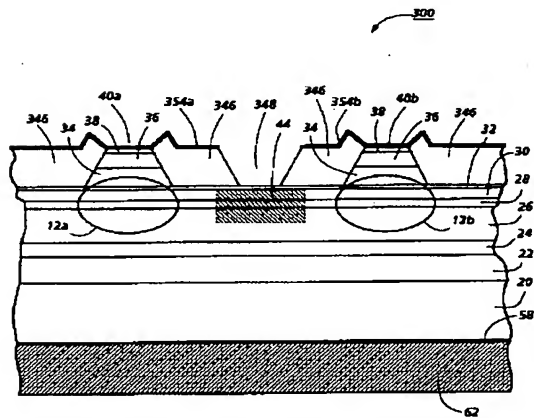
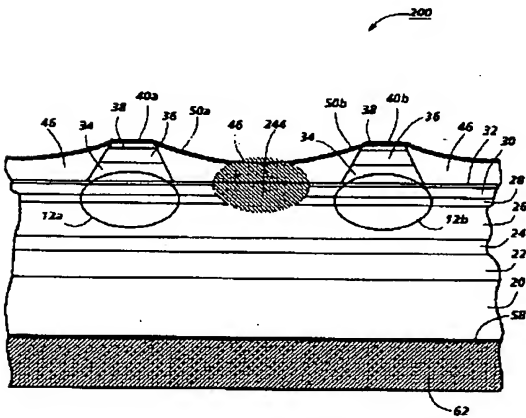
【図1】

【図2】



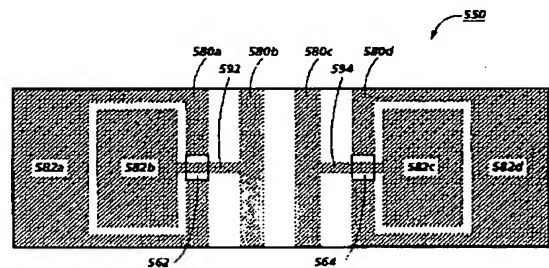
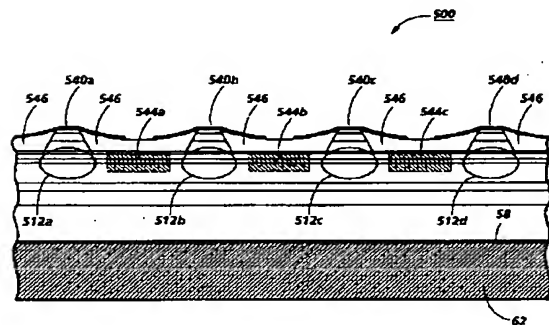
【図3】

【図4】



【図6】

【図7】



(8)

特開平6-326419

【図5】

